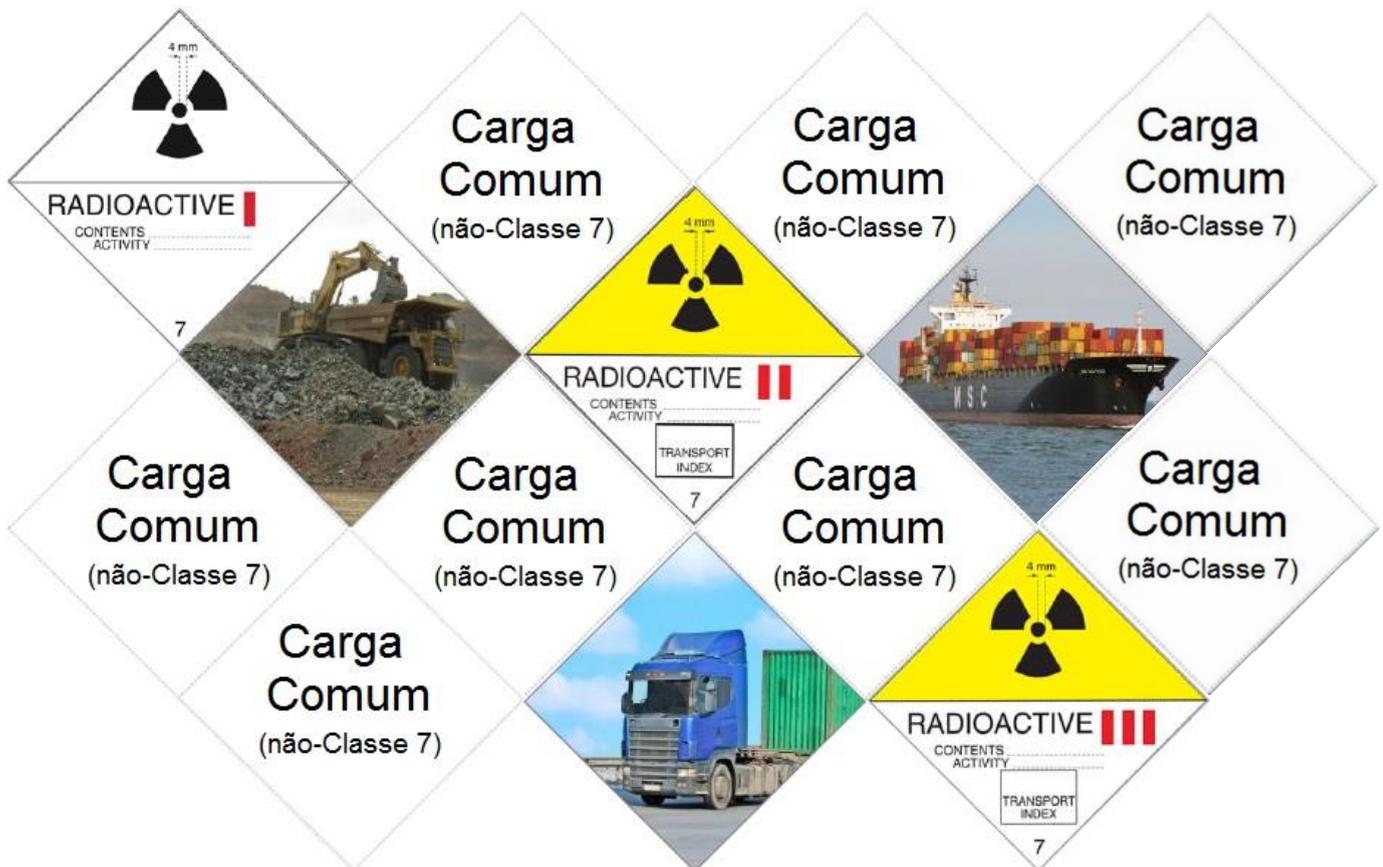




# Transportando NORM

Um guia para o transporte de matérias-primas de Nióbio (Nb) e Tântalo (Ta) que são materiais radioativos de ocorrência natural (NORM)



# Resumo Executivo

Algumas matérias-primas de nióbio (Nb) e tântalo (Ta) contêm traços de tório (Th) e urânio (U) e são, conseqüentemente, materiais radioativos de ocorrência natural (*naturally occurring radioactive materials*, NORM).

A partir de uma análise do material que mostre as concentrações de Th e U, é possível calcular a concentração de radioatividade desse material, medida em Becquerels por grama (Bq/g).

Um material abaixo de 10 Bq/g é isento da aplicação das normas de transporte radioativo (Classe 7) e pode ser despachado como carga comum, mas materiais acima desse limite devem ser transportados com plena observância das normas para Classe 7.

Carregamentos de NORM, especialmente aqueles qualificados como Classe 7, têm enfrentado contínua sobrecarga de observância a normas nacionais e internacionais, quando comparados a carregamentos não-NORM.

Embora não intransponíveis, a alta carga regulatória e os riscos envolvidos podem desencorajar transportadoras e portos a aceitar carregamentos de NORM, resultando em recusas de embarque (*denial of shipment*, DOS).

Promover a compreensão desse assunto junto à indústria e à sociedade, mantendo os riscos potenciais no contexto, é parte importante de toda estratégia de transporte de NORM.

Este documento pretende ajudar membros do T.I.C. que estejam se empenhando em cumprir as normas internacionais, nacionais e locais que governam o transporte seguro de materiais radioativos, como requerido pela Política de Transporte do T.I.C.<sup>1</sup>, uma vez que materiais despachados de modo inapropriado podem ter impacto negativo em nossa indústria.

## Aviso Legal

Este documento se destina exclusivamente a fornecer informações gerais e não se constitui em – nem substitui qualquer – recomendação detalhada relacionada aos NORM. Para mais informações sobre este assunto, bem como sobre como contatar um especialista em NORM através do T.I.C., por favor visite <http://www.tanb.org/>. O T.I.C. não reivindica acurácia ou completude deste guia, ou sua adequabilidade aos objetivos pretendidos pelo usuário, e expressamente rejeita toda e qualquer responsabilidade pela completude e acurácia deste guia, bem como por quaisquer eventuais omissões do mesmo. Este guia não isenta o usuário de conduzir sua própria pesquisa e de desempenhar seus deveres profissionais. Nenhuma responsabilidade, em conexão com este guia, é aceita pelo T.I.C., qualquer que seja ela. A versão definitiva deste documento está em Inglês, e qualquer tradução deve remeter a essa versão. Pela aceitação ou uso deste guia, o destinatário do mesmo reconhece e aceita os termos deste Aviso Legal.

Créditos da foto de capa: Shutterstock, T.I.C. e documento SSR-6 da IAEA.

<sup>1</sup> <http://www.tanb.org/images/TIC%20Policy%20on%20transport.pdf>

# Conteúdo

Resumo Executivo .....	2
Acrônimos e abreviaturas .....	4
Introdução.....	5
Normas de Transporte .....	6
Visão Geral.....	6
As mais recentes normas de transporte da IAEA: SSR-6 .....	7
Dificuldades de transporte .....	8
Definições .....	9
Materiais Radioativos de Ocorrência Natural (NORM).....	9
Radiação .....	9
Radioatividade.....	9
Anexo 1: Exemplos resolvidos .....	11
Anexo 2: Uma lista de verificação para a conformidade regulatória no transporte de NORM.....	12
Rótulos para o transporte Classe 7.....	14
UN 2910 versus UN 2912.....	15
Anexo 3: Materiais de orientação e leitura adicional .....	16
Material de orientação da SSR-6.....	16
Outras normas de transporte, inclusive normas modais .....	16
Leitura adicional .....	17
Websites úteis .....	18

## Agradecimentos

Este documento foi preparado pelo T.I.C. e por Ulric Schwela da Salus Mineralis Limited. Apoio e informações também foram gentilmente fornecidos pelo Instituto Mundial de Transporte Nuclear (*World Nuclear Transport Institute, (WNTI)*), pela Associação Nuclear Mundial (*World Nuclear Association, (WNA)*) e pelo Grupo de Trabalho para Facilitação do Transporte (*Transport Facilitation Working Group, (TFWG)*).

## Acrônimos e abreviaturas

ADR	Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Estradas ( <i>European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road</i> )
Becquerel	Uma medida da radioatividade. Um “Becquerel” significa um decaimento radioativo por Segundo.
Bq/g (ou Bq g <sup>-1</sup> )	Becquerels por grama, a concentração de radioatividade
Classe 7	Categoria Classe 7 de Produtos Perigosos das Normas Modelo das Nações Unidas ( <i>United Nations Model Regulations - Livro Laranja das Nações Unidas</i> )
DOS	Recusa de embarque ( <i>denial of shipment</i> )
IAEA	Agência Internacional de Energia Atômica ( <i>International Atomic Energy Agency</i> )
OACI	Organização Internacional de Aviação Civil ( <i>International Civil Aviation Organisation</i> )
IMDG code	Código Marítimo Internacional de Produtos Perigosos ( <i>International Maritime Dangerous Goods code</i> ) da IMO
IMO	Organização Marítima Internacional ( <i>International Maritime Organisation</i> )
K	Potássio
Nb	Nióbio
NORM	Materiais radioativos de ocorrência natural ( <i>naturally occurring radioactive materials</i> )
RID	Normas relativas ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Ferrovias ( <i>Regulations concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail</i> )
SSG-26	Material de consulta referente às normas SSR-6 da IAEA (antes denominado TS-G-1.1)
SSG-33	Guias de segurança referentes às normas SSR-6 da IAEA (antes denominados TS-G-1.6)
SSR-6	Normas da IAEA para o Transporte Seguro de Materiais Radioativos (antes denominadas TS-R-1)
Sv	Sievert
μSv/h	micro-Sievert por hora
Ta	Tântalo
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de tântalo
TFWG	Grupo de Trabalho para Facilitação do Transporte ( <i>Transport Facilitation Working Group</i> )
Th	Tório
ThO <sub>2</sub>	Dióxido de tório
T.I.C.	Centro Internacional de Estudos de Tântalo-Nióbio ( <i>Tantalum-Niobium International Study Center</i> )
TS-G-1.6	Guias de segurança da IAEA, substituídos pelos SSG-33 em 2012
TS-R-1	Normas da IAEA substituídas pelas SSR-6 em 2012
U	Urânio
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Triurânio octaóxido, o mais estável óxido de urânio
UN 2910	Número da ONU para um “Embalado Exceptivo” com um nível de radiação na superfície <5 μSv/h
UN 2912	Número da ONU para um embalado com um nível de radiação na superfície >5 μSv/h
UNECE	Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa ( <i>United Nations Economic Commission for Europe</i> )
WNA	Associação Nuclear Mundial ( <i>World Nuclear Association</i> )
WNTI	Instituto Mundial de Transporte Nuclear ( <i>World Nuclear Transport Institute</i> )

# Introdução

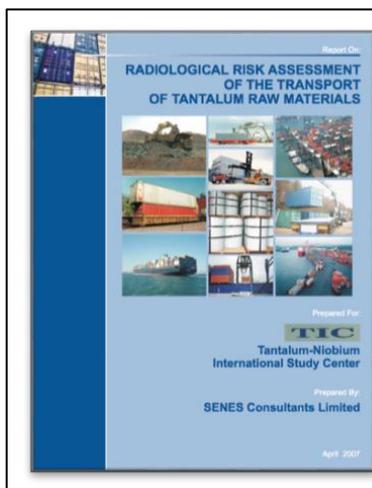
Materiais radioativos de ocorrência natural (*naturally occurring radioactive materials*, NORM) são bastante difundidos no meio ambiente e normalmente encontrados em areias, argilas, minérios e minerais, subprodutos, resíduos reciclados e outros materiais utilizados pelo homem. Em muitas matérias-primas de nióbio (Nb) e tântalo (Ta), como columbita, tantalita, 'coltan', escória de cassiterita e similares, os átomos de tório (Th) e urânio (U) estão presos na matriz mineral e, por consequência, estas matérias-primas são NORM.

Uma vez que acredita-se que os átomos de Th e U ocupam, de modo intercambiável, as mesmas posições cristalinas dos átomos de Nb e Ta, é quase impossível separar Th e U dessas matérias-primas somente por métodos físicos de concentração mineral. Pelo contrário, columbita, tantalita e escória de cassiterita normalmente requerem processamento químico especializado, tipicamente via digestão em ácidos fluorídrico (HF) e sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a quente, por meio da qual Th e U podem ser removidos com segurança<sup>2</sup>. É comum que tais unidades de processamento estejam afastadas das minas e que transporte seja requerido, na maioria das vezes por via marítima.

Transportar materiais radioativos é desafiador mas factível. Normas de transporte internacional e acordos baseados nas normas e na orientação da Agência Internacional de Energia Atômica (*International Atomic Energy Agency*, IAEA) determinam as concentrações máximas de Th e U numa dada substância; abaixo desse limite, as remessas podem ser tratadas como cargas comuns.

Materiais contendo Th e U acima do nível de isenção internacionalmente acordado devem ser transportados como Produtos Perigosos Classe 7, e devem seguir as normas pertinentes para garantir seu transporte seguro. As empresas têm a obrigação legal de cuidar de seus funcionários e do público e, para tanto, devem cumprir com esses requisitos. Em adição às normas e orientações da IAEA, requisitos específicos de cada país representam um nível adicional de complexidade ao transporte de NORM. Cada país tem o soberano direito de aperfeiçoar ou fazer adições às normas que lhe sejam aplicáveis, e frequentemente os países o fazem.

Este guia introduz o assunto do transporte de NORM, fornecendo um resumo da informação disponível e oferecendo um roteiro dos passos-chave que as empresas podem seguir para garantir que cumpram plenamente suas obrigações legais. Contudo, ele não esgota o assunto, dada a complexidade e as variações nas regulamentações existentes em cada nação.



## Avaliação de Risco dos NORM pelo T.I.C.

Numa inspeção efetuada pelo T.I.C., como parte de uma avaliação de risco de matérias-primas de tântalo e nióbio, encontrou-se 95% delas apresentando entre 5 e 50 Bq/g.

O relatório foi preparado pela consultoria independente SENES para determinar as características radiológicas desses materiais e para avaliar as exposições radiológicas potenciais associadas com o transporte normal e no caso de um derramamento acidental. Ele está disponível via T.I.C. em <http://www.tanb.org/view/transport-of-norm>

<sup>2</sup> O Pirocloro é, tipicamente, processado próximo à mina, com um processo de redução aluminotérmica que remove Th/U para a escória residual. Algumas columbitas (e.g. no Brasil) também têm sido tratadas com sucesso próximo às minas.

# Normas de Transporte

## Visão Geral

As normas internacionais de transporte de NORM são orientadas pela IAEA<sup>3</sup>, uma agência das Nações Unidas baseada em Viena, Áustria. Esta agência tem a responsabilidade de “acelerar e aumentar a contribuição da energia atômica para a paz, saúde e prosperidade ao redor do mundo”<sup>4</sup>, e desde 1961 isso passou a incluir a responsabilidade relativa a normas de transporte de materiais radioativos. Nas décadas que se seguiram, essas normas passaram por um amplo e contínuo processo de ajustes e revisão.



As normas da IAEA são aplicadas em duas vias paralelas:

- Normas internacionais e transnacionais:

As normas da IAEA são incorporadas às Normas Modelo das Nações Unidas para Produtos Perigosos que, por sua vez, são tidas como base para as ‘regulamentações modais’ de transporte internacional por ar, terra e mar, incluindo:

- UNECE: Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (*United Nations Economic Commission for Europe*).
  - ADR: Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Estradas (*European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*).
  - RID: Normas relativas ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Ferrovias (*Regulations concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail*).
- IMO (código IMDG): Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organisation*) (Código Marítimo Internacional de Produtos Perigosos (*International Maritime Dangerous Goods Code*)).
- ICAO-TI: Organização Internacional de Aviação Civil – Instruções Técnicas (*International Civil Aviation Organisation – Technical Instructions*)

- Normas nacionais:

Cada país implementa as normas da IAEA em determinado grau. Alguns textos são praticamente idênticos; outros países modificam, adicionam ou removem seções dos textos, resultando em diferenças entre as jurisdições.

A organização governamental designada para trabalhar em conexão com as normas de transporte da IAEA é conhecida como a “autoridade competente”<sup>5</sup>. Tais organizações têm a responsabilidade de assegurar que a legislação nacional garanta conformidade com os requerimentos das normas de transporte da IAEA. Se você está envolvido com materiais NORM, você deve estar preparado para cooperar com as autoridades competentes pertinentes de modo a demonstrar a conformidade com as normas de transporte.

A questão chave a se ter em mente, dentro dessa estrutura regulatória, é que uma empresa deve cumprir com as normas *nacionais* em cada país em que seu material é transportado, assim como com quaisquer normas *locais* em portos, cidades ou regiões, e *adicionalmente* com as normas *internacionais* naqueles trechos de transporte que residem dentro do escopo das mesmas.

---

<sup>3</sup> <https://www.iaea.org/>

<sup>4</sup> Estatuto da IAEA, 23 de Outubro de 1956, como revisado em 28 de Dezembro de 1998, Artigo III, para. 6.

<sup>5</sup> Uma listagem das autoridades competentes em 22 de Março de 2016 está disponível no site da IAEA: <https://www-ns.iaea.org/downloads/rw/transport-safety/competent-authorities-list.pdf>

Por exemplo:

Para um transporte do país A para o país B via rota marítima, seguido de transporte terrestre para o país C, a empresa expedidora deve cumprir com o seguinte:

- Normas *nacionais* no país de origem A para o transporte terrestre, desde a unidade do expedidor até o porto, e quaisquer normas específicas daquele porto;
- *Código IMDG* para o transporte marítimo desde o porto no país A até o porto no país B;
- Normas *nacionais* referentes ao país da bandeira da embarcação utilizada para o transporte marítimo;
- Normas *nacionais* e quaisquer normas dos *portos* em toda escala (seja para trânsito ou transbordo) ao longo da rota entre os países A e B;
- Normas do *porto* de chegada no país B, e normas *nacionais* no país B para o transporte terrestre desde o porto até a fronteira com o país C;
- Normas *nacionais* no país de destino C para o transporte terrestre até o destino final (desde a fronteira com o país B até a unidade do destinatário);

Em adição,

- Onde houver, um acordo regional como o *ADR*<sup>6</sup> ou o *RID*<sup>7</sup> para o transporte terrestre desde o porto no país B até a unidade do destinatário no país C.

Note que as normas da IAEA não aparecem em qualquer lugar no exemplo acima; contudo, elas formam o alicerce para todas as outras normas, de modo que a familiaridade com as normas da IAEA fornece uma boa base para que se cumpra com as demais normas.

## As mais recentes normas de transporte da IAEA: SSR-6

À época da redação deste (Dezembro de 2016), a última edição são as “Normas para o Transporte Seguro de Material Radioativo, Edição de 2012”, também conhecidas simplesmente como SSR-6<sup>8</sup>. Esta edição substitui a TS-R-1, publicada pela última vez em 2009. A SSR-6 define níveis de isenção específicos de radionuclídeos em unidades de concentração de radioatividade Bq/g, abaixo dos quais os materiais estão fora do escopo do controle regulatório. Os níveis de isenção são aumentados por um fator de 10 para materiais naturais e minérios, incluindo materiais processados por meios físicos e/ou químicos.

Para o transporte de matérias-primas de nióbio e tântalo, os radionuclídeos de interesse são, essencialmente, apenas aqueles listados como Th(nat) e U(nat), assumindo que estes dois elementos estejam em equilíbrio natural com seus produtos de decaimento. Os níveis de isenção listados na SSR-6 são 1 Bq/g tanto para Th(nat) quanto para U(nat), de modo que, para os NORM, o nível de isenção resulta 10 Bq/g.

Materiais de leitura e orientação adicionais, artigos de pesquisa, dentre outros, são listados no Anexo 3.

---

<sup>6</sup> Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Estradas (*European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*).

<sup>7</sup> Normas relativas ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Ferrovias (*Regulations concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail*).

<sup>8</sup> A SSR-6 pode ser baixada em [http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1570\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1570_web.pdf)

## Dificuldades de transporte

Em alguns setores da população e das autoridades de transporte, existe uma percepção negativa a respeito dos materiais NORM, particularmente daqueles sujeitos à regulamentação Classe 7, a despeito de sua real natureza, de suas características e dos diversos benefícios relevantes que eles podem trazer à sociedade<sup>9</sup>.

O transporte em concordância com todas as regulamentações aplicáveis enfrenta, então, diversas dificuldades:

- Conflito de requerimentos entre normas nacionais e internacionais e/ou entre diferentes normas nacionais. Isto pode aparecer nos critérios de classificação, nos requerimentos durante o transporte ou em qualquer outra área aberta a discordâncias;
- A percepção negativa a respeito dos materiais radioativos por algumas autoridades e pela população. Isso tem levado à proibição do transporte através de algumas áreas, ou a requerimentos adicionais a nível nacional ou local, algumas vezes com motivação política.

Além disso, deve-se notar que um capitão de navio, um piloto de aeronave e um capitão de porto têm, cada um, o legítimo direito de recusar o transporte ou o trânsito de qualquer embalado que eles, pessoalmente, julguem inseguro (independentemente de tal embalado ser, de fato, inseguro).

O complexo cumprimento dos requisitos de transporte dos NORM, combinado aos riscos da involuntária não-conformidade resultante de conflitos de requerimentos entre normas nacionais, pode levar um transportador a tomar a decisão comercial de que transportar produtos Classe 7 não seja um negócio lucrativo, resultando, assim, em recusa de embarque (*denial of shipment*, DOS) para tais produtos Classe 7. Para uma empresa que pretenda preparar um embarque de material radioativo, essa dificuldade se manifestará, então, na falta de transportadoras dispostas a cotar o transporte como requerido, ou em cotações cujos valores sejam múltiplos dos fretes normais.

Enquanto trabalha, por um lado, para cumprir suas obrigações regulatórias, uma empresa que encontra tais dificuldades deve considerar a seguinte abordagem paralela:

- Investigue as rotas potenciais do expedidor ao destinatário. No caso de transporte marítimo, isso deve incluir todos os portos de escala, observando se estes envolverão trânsito ou transbordo.
- Identifique as normas aplicáveis a cada país, região ou porto ao longo da rota de transporte. Contate as autoridades em cada uma dessas áreas para verificar as informações de transporte.
- Contate a autoridade competente<sup>10</sup> em seu país, apresente-lhe sua empresa e construa uma relação de confiança. Manter boa comunicação e confiança mútua com sua agência reguladora pode ser útil tanto no curto quanto no longo prazo.
- Munido com as informações e contatos acima, mantenha-se em posição forte para abordar agentes de carga e transportadoras e explicar-lhes o transporte requerido.

---

<sup>9</sup> Algumas autoridades se surpreendem ao descobrir que nem todo material Classe 7 é um rejeito nuclear: de fato, a grande maioria dos embarques Classe 7 são radiofármacos médicos como o molibdênio-99, que é usualmente transportado em pequenas quantidades por via aérea.

<sup>10</sup> Uma listagem das autoridades competentes em 22 de Março de 2016 está disponível no site da IAEA: <https://www-ns.iaea.org/downloads/rw/transport-safety/competent-authorities-list.pdf>

# Definições

## Materiais Radioativos de Ocorrência Natural (NORM)

Os NORM são essencialmente definidos<sup>11</sup> como contendo apenas os radionuclídeos de ocorrência natural K-40, U-235, U-238 e Th-232 e seus produtos de decaimento radioativo. Para matérias-primas de nióbio e tântalo, não deve haver quaisquer outros radionuclídeos, *i.e.*, de origem artificial/humana, enquanto o conteúdo de K-40 é improvável ser significativo.

A definição dos NORM ainda estabelece que “Materiais em que as concentrações de atividade dos radionuclídeos de ocorrência natural tenham sido modificadas por algum processo estão inclusos nos materiais radioativos de ocorrência natural.”, de modo que minérios não-processados, concentrados minerais, escórias de cassiterita e o resíduo gerado após processamento químico dessas matérias-primas se enquadram, todos, na classificação de NORM.

Note que, nos EUA e em alguns outros países, os NORM são, algumas vezes, subdivididos de modo a incluir a expressão “NORM tecnologicamente aumentados” (“*technologically enhanced NORM*”, “TENORM”). Essa distinção é utilizada por aqueles que afirmam que os NORM não devem incluir materiais com radionuclídeos que sofreram desarranjo ou alteração de seu equilíbrio natural. Contudo, a IAEA não utiliza essa expressão, nem o T.I.C.

## Radiação

“Radiação” é uma medida da energia liberada pela radioatividade, *i.e.* por algo radioativo.<sup>12</sup> Existem diferentes tipos de radiação, e aquela de maior interesse para os NORM de nióbio e tântalo está na forma de raios gama. A radiação gama pode ser medida por instrumentos (*e.g.* um tubo de Geiger-Müller); ela é geralmente descrita como a “taxa de dose” e, na maioria das vezes, medida em unidades de Sievert (Sv) por um período de tempo. O Sievert é uma unidade grande, e as medidas mais comumente encontradas são em  $\mu\text{Sv/h}$  (micro-Sievert por hora) ou em  $\text{mSv/y}$  (mili-Sievert por ano). Note que  $1 \text{ mSv} = 1.000 \mu\text{Sv}$ .

## Radioatividade

“Radioatividade” é o decaimento de átomos radioativos em uma substância. Átomos radioativos são átomos naturalmente instáveis, e eles sofrerão uma mudança espontânea de modo a alcançar uma composição mais estável. A frequência com que esses átomos decaem é a radioatividade, e ela é medida em unidades de Becquerel (Bq), em que um Becquerel é igual a um decaimento atômico por segundo. O montante de radioatividade numa quantidade de material é conhecido como “concentração de radioatividade”, medida em Becquerel por unidade de massa. O Becquerel é uma unidade muito pequena, e as medidas mais comumente encontradas são em:

- MBq (mega Becquerel)
- GBq (giga Becquerel)

---

<sup>11</sup> Glossário de Segurança da IAEA 2007, p. 126, “material radioativo de ocorrência natural (*naturally occurring radioactive material*, NORM): “Material radioativo que não contenha quantidades significativas de radionuclídeos além dos radionuclídeos de ocorrência natural.”

<sup>12</sup> Uma analogia comum consiste em considerar uma vela acesa; “radioatividade” é a combustão da cera na chama da vela, enquanto “radiação” é o calor liberado pela chama da vela.

- Bq/g (Becquerel por grama)
- kBq/kg (kilo Becquerel por kilograma)

Note que 1 GBq = 1.000 MBq = 1000.000.000 Bq, enquanto 1 Bq/g = 1 kBq/kg (eles se equivalem).

Note ainda que não existe método direto para se calcular o nível de radiação em Sieverts a partir de um nível de radioatividade em Becquerels, e vice-versa.

## Calculando Becquerels por grama (Bq/g) a partir de uma análise

Em todos os documentos publicados pelo T.I.C., salvo indicação em contrário, os valores expressos em Bq/g (a “concentração de radioatividade”) referem-se somente aos nuclídeos relevantes (pais), de acordo com os valores para Th(nat) e U(nat) listados nas normas da IAEA SSR-6<sup>13</sup> de 2012, que têm se mantido inalterados desde que foram introduzidos pela primeira vez em 1996 – e elas ainda são a autoridade à época da redação deste documento.

Os valores em Bq/g podem ser medidos diretamente por espectroscopia de raios gama<sup>14</sup>, ou por uma simples conversão a partir de análise elementar para tório e urânio. Uma vez que as análises podem quantificar tanto Th/U elementares quanto os respectivos óxidos, mostra-se aqui o método de cálculo para ambos.

Os fatores de conversão são aplicados como segue:

Para óxidos de Th/U:

- 1% ThO<sub>2</sub> = 35,6 Bq/g
- 1% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> = 104 Bq/g

Para Th/U elementares:

- 1% Th = 40,6 Bq/g
- 1% U = 123 Bq/g

Veja o Anexo 1 para exemplos resolvidos sobre como calcular os Bq/g a partir de resultados de análise.

<sup>13</sup> <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8851/Regulations-for-the-Safe-Transport-of-Radioactive-Material>

<sup>14</sup> A espectroscopia de raios gama mede a frequência e a intensidade energética de raios gama emitidos por um material. É um método analítico específico que proporciona um alto grau de sensibilidade e acurácia, particularmente útil se o método ou instrumento de análise química não é suficientemente sensível para baixos níveis de tório e urânio.

# Anexo 1: Exemplos resolvidos

1)

Se um material contém 0,04% ThO<sub>2</sub> e 0,06% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, a concentração de radioatividade será:

$$(0,04\% * 35,6) + (0,06\% * 104) = 1,42 + 6,24 = 7,66 \text{ Bq/g}$$

Neste caso, o material estará **abaixo** do limite de isenção para o transporte, de 10 Bq/g, e então poderá ser transportado como carga comum. Observe, contudo, que materiais de baixa atividade qualificados como carga comum podem ainda disparar alarmes (e.g. monitores de portão em unidades industriais ou dispositivos portáteis utilizados por autoridades em portos ou nas travessias de fronteiras), de modo que a documentação que demonstre a baixa atividade deve sempre acompanhar tais materiais durante o transporte.

2)

Se um tambor de 200kg contém 0,08% ThO<sub>2</sub> e 0,09% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, a concentração de radioatividade será:

$$(0,08\% * 35,6) + (0,09\% * 104) = 2,85 + 9,36 = 12,2 \text{ Bq/g}$$

Neste caso, o material estará **acima** do limite de isenção de 10 Bq/g.

Materiais acima do limite de isenção de 10 Bq/g, e então sujeitos às respectivas normas de transporte, também irão requerer o cálculo da radioatividade total para cada embalado. A radioatividade total para o peso seco de 200kg do embalado:

$$200.000 * 12,2 = 2.440.000 \text{ Bq} = 2,44 \text{ MBq}$$

Note que os valores de radioatividade total provavelmente serão sempre grandes, e por isto eles são convenientemente expressos como MBq, GBq *etc.*

3)

Se um contêiner de 20 toneladas apresenta 0,80% Th e 0,18% U (observe a diferença para ThO<sub>2</sub> e U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), a concentração de radioatividade será:

$$(0,80\% * 40,6) + (0,18\% * 123) = 32,5 + 22,1 = 54,6 \text{ Bq/g}$$

Neste caso, o material estará **acima** do limite de isenção de 10 Bq/g.

Como no exemplo 2, materiais acima do limite de isenção de 10 Bq/g também irão requerer o cálculo da radioatividade total para cada embalado. A radioatividade total para o peso seco de 20 toneladas do embalado:

$$20.000.000 * 54,6 = 1.092.000.000 \text{ Bq} = 1,09 \text{ GBq}$$

## Anexo 2: Uma lista de verificação para a conformidade regulatória no transporte de NORM

Segue aqui uma abordagem passo-a-passo para ajudar a obter a conformidade regulatória quando se planeja realizar uma expedição de NORM que possa estar sujeito às normas de transporte Classe 7, e onde encontrar mais detalhes. Alguns desses requisitos parecerão onerosos (e.g. passos 2) a 5)), contudo este será o caso somente quando se configurar esses sistemas pela primeira vez, e isso deve acontecer quando se empreender qualquer nova atividade complexa.

- 1) Determine a concentração de atividade do material em unidades de Bq/g (veja os exemplos resolvidos no Anexo 1):
  - a) Se ela estiver abaixo de 10 Bq/g, o material é isento das normas de transporte Classe 7. Você pode enviar o material acompanhado de um certificado de inspeção e análise para demonstrar isso.
  - b) Se ela estiver acima de 10 Bq/g, o material está sujeito às normas de transporte Classe 7; prossiga para o Passo 2.
- 2) Construa um **sistema de gerenciamento** na empresa baseado em padrões reconhecidos, para todas as atividades relevantes ao transporte de NORM. Você deve estar preparado para conceder, à autoridade competente, acesso às suas instalações para realizar inspeção que demonstre observância às normas de transporte. Veja o documento **TS-G-1.4**<sup>15</sup> da IAEA para orientações adicionais.
- 3) Estabeleça um **programa de radioproteção** básico para o transporte de NORM. A natureza e a extensão das medidas a serem empregadas serão relativamente simples uma vez que a magnitude e a probabilidade de exposição à radiação sejam mantidas baixas. As empresas que não mantêm os NORM em suas próprias instalações devem garantir que seus contratados cumpram com esta obrigação. Veja o documento **TS-G-1.3**<sup>16</sup> da IAEA para orientações adicionais.
- 4) Garanta que os trabalhadores recebam **treinamento** apropriado relativo à radioproteção e às normas relevantes, incluindo as normas de transporte da IAEA. O treinamento deve ser adaptado a cada função e pode incluir alguns dos (ou todos os) seguintes tópicos:
  - a) Conceitos gerais: categorias de materiais radioativos; rotulagem, marcação, colocação de placas de aviso, embalagem e segregação; documentos de transporte; documentos de resposta a emergências.
  - b) Funções específicas: requerimentos específicos aplicáveis à função da pessoa.
  - c) Segurança: (i) prevenção de acidentes, incluindo equipamentos de manuseio e métodos de acondicionamento; (ii) informações de resposta a emergências; (iii) riscos gerais das diversas categorias de material radioativo e como evitar a exposição; (iv) procedimentos a se seguir em caso de vazamentos/derramamentos, e quaisquer procedimentos de resposta a emergências.

---

<sup>15</sup> [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1352\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1352_web.pdf)

<sup>16</sup> [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1269\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1269_web.pdf)

- 5) Prepare um plano de **resposta de emergência** para o caso de acidentes ou incidentes durante o transporte do material radioativo. As medidas de emergência do plano devem ser definidas de modo a proteger as pessoas, as propriedades e o meio ambiente. Esse tipo de planejamento é relativamente simples para os NORM de nível baixo. Veja o documento **TS-G-1.2**<sup>17</sup> da IAEA para orientações adicionais.
- 6) Assegure-se de que a embalagem a ser utilizada atende aos requisitos básicos listados nas páginas 23 e/ou 33 da **SSG-33**<sup>18</sup>. Normalmente, a embalagem deverá ser conforme o padrão “Embalado Industrial tipo 1” (“*Industrial Package type 1*”, IP-1).<sup>19</sup>
- 7) Prepare o embalado para o embarque (*i.e.* encha a embalagem com o material NORM a ser transportado). Determine a taxa de dose na superfície do material embalado. *I.e.* uma vez que o material esteja embalado e pronto para o embarque, meça a taxa de dose na superfície do embalado:
  - a) Se ela estiver abaixo de 5  $\mu\text{Sv/h}$ , ele será considerado um “Embalado Exceptivo” com o código **UN 2910**. Ele ainda é Classe 7, contudo os requisitos regulatórios são simplificados de modo a refletir o baixo risco desse material. Veja as páginas 23-27 da **SSG-33** para uma lista completa dos parágrafos da **SSR-6** com os quais se deva cumprir;
  - b) Se ela estiver acima de 5  $\mu\text{Sv/h}$ , ele recebe o código **UN 2912** para “MATERIAL RADIOATIVO, BAIXA ATIVIDADE ESPECÍFICA (BAE-I), não-físsil ou físsil-exceptivo” (“*RADIOACTIVE MATERIAL, LOW SPECIFIC ACTIVITY (LSA-I), non-fissile or fissile-excepted*”). Veja as páginas 33-43 da **SSG-33** para uma lista completa dos parágrafos da **SSR-6** com os quais se deva cumprir. Veja também o Passo 8 a respeito do Índice de Transporte (*Transport Index, TI*) e rotulagem.
- 8) Embalados **UN 2912** devem ter seu TI determinado a partir da medição da maior taxa de dose de radiação em  $\text{mSv/h}$  (mili Sievert por hora) ao redor do embalado a uma distância de um metro, e multiplicando-se esse valor por 100 para se obter o TI. O valor do TI determina o tipo de rótulo a ser utilizado e é registrado no mesmo (exceto para Branco-I):

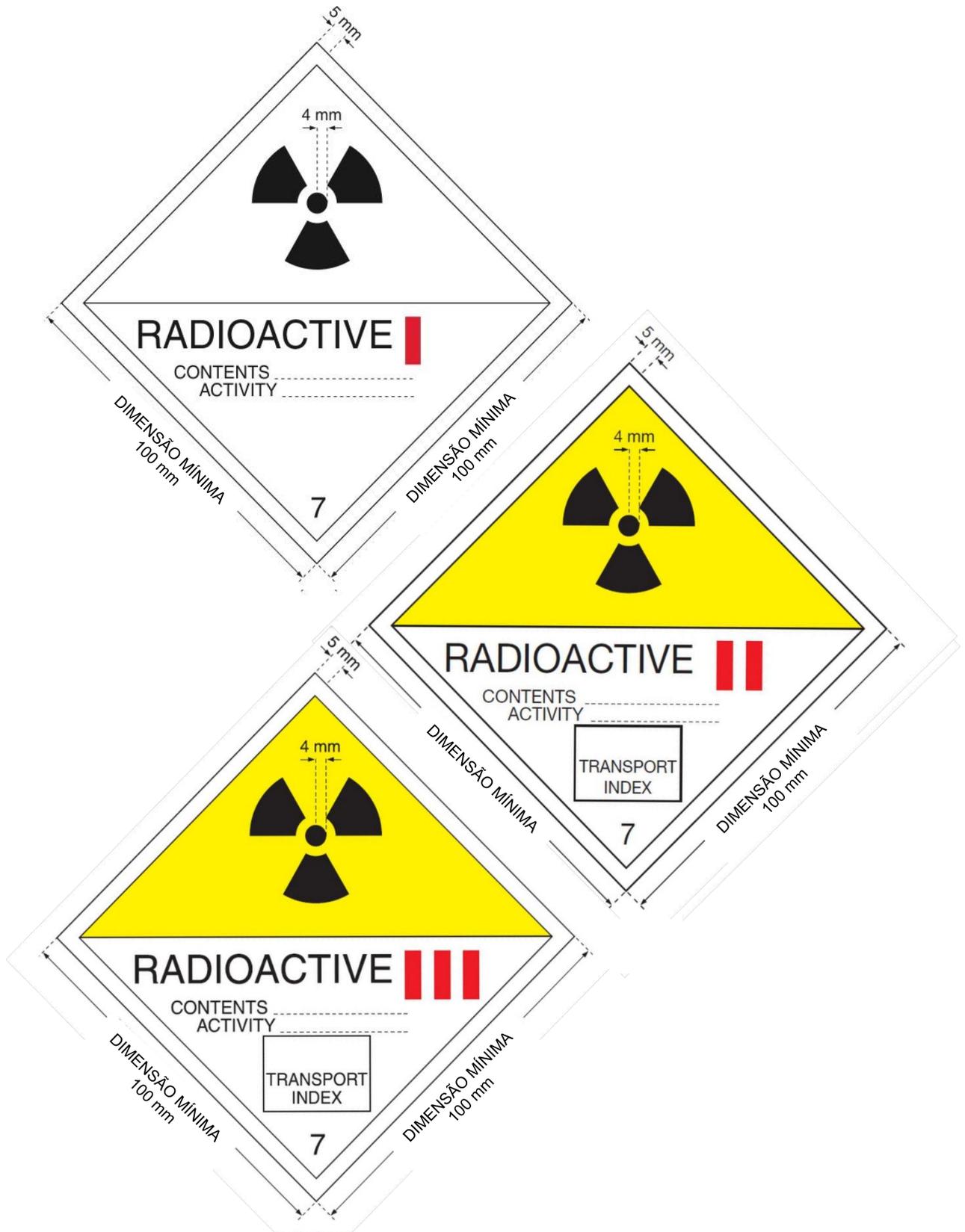
Índice de Transporte ( <i>Transport Index, TI</i> )	Tipo de Rótulo
Menor ou igual a 0,05: deve ser assumido como “0”	Branco-I
0 a 1	Amarelo-II
1 a 10	Amarelo-III
Maior do que 10	Amarelo-III sob <i>Uso Exclusivo</i>

<sup>17</sup> [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1119\\_scr.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1119_scr.pdf)

<sup>18</sup> A **SSG-33** basicamente fornece um resumo completo dos requisitos, listando os parágrafos regulatórios que se aplicam a cada número ONU (número UN, *UN number*). Para enviar UN 2910 ou UN 2912, procure pelo respectivo número UN e você encontrará uma lista dos parágrafos aplicáveis com os quais deva cumprir. A versão 2005 desse documento era conhecida como **TS-G-1.6**. <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1666web-37958620.pdf>

<sup>19</sup> Os requisitos irão depender se o NORM será UN 2910 ou UN 2912 (geralmente, ele é UN 2912). Em algumas situações limítrofes, a condição 2910/2912 não pode ser conhecida até que o material esteja embalado, pronto para o embarque. Os requisitos para os dois são, contudo, bastante similares, de modo que isso não deve ser um problema.

## Rótulos para o transporte Classe 7<sup>20, 21</sup>



<sup>20</sup> Esses rótulos foram extraídos do documento **SSR-6** da IAEA, pp. 69-71. Veja também pp. 74-75 do mesmo documento para exemplos de placas de aviso.

<sup>21</sup> Nota do tradutor: para o transporte internacional, os rótulos devem estar escritos em Inglês, como nas figuras acima. A tradução para o Português é como segue: RADIOATIVO (*RADIOACTIVE*), CONTEÚDO (*CONTENTS*), ATIVIDADE (*ACTIVITY*) e ÍNDICE DE TRANSPORTE (*TRANSPORT INDEX*).

## UN 2910 versus UN 2912

Algumas das diferenças-chave entre os requisitos para **UN 2910** e **UN 2912** são como a seguir (veja que são somente algumas diferenças; esta não é uma listagem completa dos requisitos). Note que, onde um limite de conteúdo é estabelecido, tanto para o 2910 quanto para o 2912 ele é ilimitado, devido ao valor de “A<sub>2</sub>” para Th(nat) e U(nat) ser ilimitado.<sup>22</sup>

<b>UN 2910</b>	<b>UN 2912</b>
Pode conter e ser transportado com outros produtos.	O embalado não pode conter quaisquer outros itens além daqueles necessários ao uso do material radioativo.
Deve estar embalado.	Pode ser transportado a granel sob “ <i>Uso Exclusivo</i> ”.
O nível de radiação em qualquer ponto da superfície externa de um embalado exceptivo não deve exceder 5 µSv/h.	O nível máximo de radiação em qualquer ponto da superfície externa do embalado ou sobrembalado não deve exceder 2 mSv/h (vide alternativas e exceções).
TI não é requerido.	TI deve ser determinado. Aos embalados e sobrembalados deve ser atribuída a categoria I-BRANCO, a categoria II-AMARELO ou a categoria III-AMARELO.
Marque cada embalagem com “UN 2910”.	Marque cada embalagem com “UN 2912” e “RADIOACTIVE MATERIAL, LOW SPECIFIC ACTIVITY (LSA-I)”. <sup>23</sup> Marque, ainda, cada embalagem que obedeça ao projeto IP-1 com “TYPE IP-1”. <sup>23</sup>
Faça uma marca com a palavra “RADIOACTIVE” <sup>23</sup> em alguma superfície interna, de tal forma que o aviso sobre a presença de um material radioativo seja visível ao se abrir o embalado.	Rótulos devem ser afixados em dois lados opostos da superfície externa do embalado ou sobrembalado, ou em todos os quatro lados do contêiner. Marque os rótulos com o conteúdo “LSA-I” e a atividade máxima do material contido (em MBq ou GBq, vide exemplos no Anexo 1).
Pode ser enviado por correio doméstico e internacional (e.g. para amostras).	Não pode ser enviado pelo correio. Várias restrições e requisitos a serem cumpridos durante o transporte.

<sup>22</sup> O valor de “A<sub>2</sub>” é um limite para a maior parte dos radionuclídeos, relacionado a quanto pode ser transportado numa embalagem denominada “Tipo A”. Muitos NORM devem sua radioatividade ao tório natural Th(nat) e ao urânio natural U(nat), cujos valores de A<sub>2</sub> são “ilimitados”, de modo que quaisquer limitações baseadas no A<sub>2</sub> resultam serem ilimitadas para esses NORM.

<sup>23</sup> Nota do tradutor: para o transporte internacional, essas informações devem estar escritas em Inglês. A tradução para o Português é como segue: “MATERIAL RADIOATIVO, BAIXA ATIVIDADE ESPECÍFICA (BAE-I)” (“RADIOACTIVE MATERIAL, LOW SPECIFIC ACTIVITY (LSA-I)”), “TIPO IP-1” (“TYPE IP-1”) e RADIOATIVO (“RADIOACTIVE”).

## Anexo 3: Materiais de orientação e leitura adicional

O texto completo da norma de transporte **SSR-6** da IAEA pode ser baixado em [http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1570\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1570_web.pdf)

### Material de orientação da SSR-6

Em adição às normas **SSR-6**, a IAEA também mantém os seguintes documentos de orientação<sup>24</sup>, que são avaliados e revisados periodicamente. Eles são úteis para se entender os objetivos do texto regulatório e como ele pode ser cumprido, e, a este respeito, os dois documentos mais úteis da lista são o **SSG-26** e o **SSG-33**:

- Material de Consulta referente às Normas da IAEA para o Transporte Seguro de Material Radioativo (*Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*) (Edição 2012) – **SSG-26**;<sup>25</sup>  
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1586web-99435183.pdf>
- Planejamento e Preparação para Respostas de Emergência a Acidentes de Transporte Envolvendo Material Radioativo (*Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material*) – **TS-G-1.2 (ST-3)** – Edição 2002;  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1119\\_scr.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1119_scr.pdf)
- Programas de Radioproteção para o Transporte de Material Radioativo (*Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material*) – **TS-G-1.3** – Edição 2007;  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1269\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1269_web.pdf)
- O Sistema de Gerenciamento para o Transporte Seguro de Material Radioativo (*The Management System for the Safe Transport of Radioactive Material*) – **TS-G-1.4** – Edição 2008;  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1352\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1352_web.pdf)
- Listas de Disposições das Normas da IAEA para o Transporte Seguro de Material Radioativo (*Schedules of Provisions of the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*) (Edição 2012) – **SSG-33** – publicado em 2015;<sup>26</sup>  
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1666web-37958620.pdf>

### Outras normas de transporte, inclusive normas modais

Como explicado na Visão Geral das Normas de Transporte, o documento **SSR-6** da IAEA age somente como uma recomendação, apesar de conter o termo “Normas” (“*Regulations*”) em seu título.<sup>27</sup> A **SSR-6** forma a base para outras normas modais, por exemplo:

<sup>24</sup> Observe que o documento correlacionado “Garantia de Conformidade para o Transporte Seguro de Material Radioativo” (“*Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material*”) – **TS-G-1.5** – Edição 2009 ([http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1361\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1361_web.pdf)) é destinado somente às autoridades governamentais competentes.

<sup>25</sup> A **SSG-26** é, basicamente, um texto de auxílio a ser lido juntamente com as normas **SSR-6**: praticamente parágrafo por parágrafo, a **SSG-26** explica o objetivo e a base do texto da **SSR-6**. As versões de 2008 e anteriores deste documento eram conhecidas como **TS-G-1.1**.

<sup>26</sup> A **SSG-33** basicamente fornece um sumário completo dos requisitos, listando os parágrafos regulatórios que se aplicam a cada número UN. Para enviar UN 2910 ou UN 2912, procure pelo respectivo número UN e você verá uma lista dos parágrafos aplicáveis com os quais deva cumprir. A versão 2005 deste documento era conhecida como **TS-G-1.6**.

<sup>27</sup> Ele é usado como “norma” somente para transportes organizados pela IAEA.

- As “Recomendações no Transporte de Produtos Perigosos, Normas Modelo” (Normas Modelo das Nações Unidas) (“*Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations*” (*United Nations Model Regulations*)) – Rev. 19 publicada em 2015; [http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev19/19files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev19/19files_e.html)
- O “Código Marítimo Internacional de Produtos Perigosos” (Código IMDG) (“*International Maritime Dangerous Goods Code*” (*IMDG Code*)) para o transporte marítimo – publicado em 2016 (não disponível para download gratuito); <http://www.imo.org/en/Publications/IMDGCode/Pages/Default.aspx>
- O “Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Estradas” (“*European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*”, ADR) para o transporte por estradas na União Europeia e em países signatários – publicado em 2015; <http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2015/15contentse.html>
- As “Normas relativas ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Ferrovias” (“*Regulations concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail*”, RID) para o transporte por ferrovias na União Europeia e em países signatários – publicadas em 2015; <http://www.otif.org/index.php?id=542&L=2>
- O “Acordo Europeu Relativo ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Vias Fluviais” (“*European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterway*”, ADN) para o transporte por vias fluviais na União Europeia e em países signatários – publicado em 2015; [http://www.unece.org/trans/danger/publi/adn/adn2015/15files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/adn/adn2015/15files_e.html)
- As “Instruções Técnicas para o Transporte Seguro de Produtos Perigosos pelo Ar” (Instruções Técnicas da ICAO) (“*Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*” (*ICAO Technical Instructions*)) para o transporte via aérea – publicado em 2015; <http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Pages/technical-instructions.aspx>

## Leitura adicional

A IAEA também publica uma variedade de artigos de pesquisa, revisões e estudos, em adição à existência de vários textos que delineiam os princípios básicos nos quais todas as normas são baseadas (*i.e.*, não apenas transporte). Embora não seja leitura requerida a todos que pretendam cumprir com as normas de transporte, eles fornecem um conhecimento mais amplo e profundo para aqueles interessados em entender a base de um contexto maior em torno das normas de transporte.

- Princípios Fundamentais de Segurança (*Fundamental Safety Principles*) – **SF-1** – Edição 2006; [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_web.pdf)
- Avaliando a Necessidade de Medidas de Radioproteção no Trabalho Envolvendo Minerais e Matérias-Primas (*Assessing the Need for Radiation Protection Measures in Work Involving Minerals and Raw Materials*) – **SRS-49** – Edição 2006; \* [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1257\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1257_web.pdf)
- Aplicação dos Conceitos de Exclusão, Isenção e Liberação (*Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance*) – **RS-G-1.7** – Edição 2004; [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1202\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1202_web.pdf)

- Dados de entrada para quantificar riscos associados com o transporte de material radioativo (*Input data for quantifying risks associated with the transport of radioactive material*) – **TECDOC-1346** (2003);  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te\\_1346\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1346_web.pdf)
- Controle Regulatório para o Transporte Seguro de Material Radioativo de Ocorrência Natural (NORM) (*Regulatory Control for the Safe Transport of Naturally Occurring Radioactive Material (NORM)*) – **TECDOC-1728** (2013); \*\*  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te\\_1728\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1728_web.pdf)
- O Transporte Salva Vidas (*Transport Saves Lives*) – folheto que faz um apelo a medidas para sustentar o transporte de material radioativo (2012)  
<http://www.tanb.org/images/Denial%20of%20Shipment%20brochure%202012.pdf>
- Transporte pela Vida – um apelo a medidas no transporte de material radioativo (2011)  
<http://www.tanb.org/images/Denial%20of%20Shipment%20brochure%202011.pdf>

\*: A **SRS-49** menciona especificamente nióbio e tântalo na seção 3.1.3, contudo os valores de concentração de radioatividade descritos como “típicos” são considerados por este autor como limites superiores encontrados somente na minoria dos casos. Apesar do que seja ou não ‘típico’, “a responsabilidade principal pela segurança deve estar com a pessoa ou organização responsável pelas instalações e atividades que geram riscos envolvendo radiação”<sup>28</sup>, e essas pessoas ou organizações devem regularmente avaliar as concentrações de radioatividade em seus materiais, e agir em conformidade com isso.

\*\* : O **TECDOC-1728** é o relatório final publicado a partir do projeto de pesquisas da IAEA com o qual o T.I.C. contribuiu ao longo de 2006-2010. A pesquisa do T.I.C. foi submetida com o gentil apoio do Canadá, e os leitores encontrarão a pesquisa do T.I.C. na seção Canadense daquele relatório.

## Websites úteis

Informações gerais adicionais estão disponíveis nas seguintes páginas da web:

- Rede Europeia ALARA para Materiais Radioativos de Ocorrência Natural (*European ALARA Network for Naturally Occurring Radioactive Materials*)  
<http://ean-norm.eu/>
- Unidade de Segurança no Transporte da IAEA (*IAEA Transport Safety Unit*)  
<http://www-ns.iaea.org/tech-areas/radiation-safety/transport.asp>
- Grupo de Trabalho para Facilitação do Transporte (*Transport Facilitation Working Group, TFWG*)  
<https://www.eiseverywhere.com//ehome/203772>
- T.I.C. (página do site pública, sobre transporte de NORM)  
<http://www.tanb.org/view/transport-of-norm>
- Associação Nuclear Mundial (*World Nuclear Association, WNA*)  
<http://www.world-nuclear.org>
- Instituto Mundial de Transporte Nuclear (*World Nuclear Transport Institute, WNTI*)  
<http://www.wnti.co.uk/>

---

<sup>28</sup> **SSR-6** parágrafo 101.